

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
2012/2013 Academic Session

June 2013

## EEE 322 – RF & Microwave Engineering *[Kejuruteraan Gelombang Mikro & RF]*

Duration : 2 hours  
*[Masa : 2 Jam]*

---

Please check that this examination paper consists of **EIGHT (8)** pages printed material and **SEVEN (7)** pages of Appendices before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat bercetak beserta Lampiran **TUJUH (7)** muka surat Lampiran bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

**Instructions:** This question paper consists **SIX (6)** questions. Answer **FOUR (4)** questions. Answer **TWO (2)** questions in Section A and **TWO (2)** questions from Section B.

**[Arahan:** Kertas soalan ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **EMPAT (4)** soalan. Jawab **DUA (2)** soalan dalam Bahagian A dan **DUA (2)** soalan dalam Bahagian B].

Use separate answer booklets for **Section A** and **Section B**.  
*[Gunakan dua buku jawapan yang berasingan bagi **Bahagian A** dan **Bahagian B**.]*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.]*

**BAHAGIAN A: Jawab DUA (2) soalan**

**PART A: Answer TWO (2) question**

1. (a) Beban  $Z_L = 100 + 20j$  dihubungkan dengan  $Z_{in}$  dengan jarak  $0.32\lambda$  dari beban. Frekuensi operasi adalah 0.5 GHz. Dapatkan nilai-nilai berikut.

*Given that the load,  $Z_L = 100 + 20j$  is to be connected to  $Z_{in}$  located  $0.32\lambda$ . The operating frequency is 0.5 GHz. Determine the following values:*

- (i) Dapatkan formula Pekali Pantulan di beban.

*Derive the Reflection Coefficient formula at the load.*

- (ii) Hitung Pekali Pantulan di beban dengan menggunakan formula di mukasurat 5.

*Calculate the Reflection Coefficient at the load using the formula in page 5.*

(30 markah/marks)

- (b) Dengan menggunakan Carta Smith,

*Using the Smith Chart,*

- (i) Sediakan SATU jawapan dan berikan jangkaan keluaran Kehilangan Kembali (dB) di  $Z_{in}$  apabila beban di Soalan 1(a) dipadankan dengan menggunakan Teknik Pemadan seksyen-L.

*Prepare ONE answer and give the expected output of Return Loss (dB) at  $Z_{in}$  when the load in Question 1(a) is matched using L-section matching technique.*

- (ii) Tulis pemerhatian anda.

*Write your observation.*

(70 markah/marks)

2. (a) Senaraikan 3 faktor yang memberi kesan terhadap pemilihan teknik pemandanan.

*List 3 factors that effects the choice of matching technique*

(10 markah/marks)

- (b) Di dalam sebuah jaringan,  $Z_o$  adalah bersamaan dengan  $75 \Omega$  dan  $Z_L = 115 + 25 j$ . Reka bentuk sebuah litar terbuka pemandan tunggal pirau pada 1 GHz dengan pemalar dielektrik,  $\epsilon_r = 4.5$ .

*In a network,  $Z_o$  is equal to  $75 \Omega$  and  $Z_L = 115 + 25 j$ . Design an open circuit shunt stub matching at 1 G Hz with dielectric constant,  $\epsilon_r = 4.5$ .*

- (i) Dapatkan DUA jawapan yang mempunyai jarak terpendek antara  $Z_L$  dan  $Z_{in}$ .

*Find TWO solutions with the shortest distance between  $Z_L$  to  $Z_{in}$ .*

(45 markah/marks)

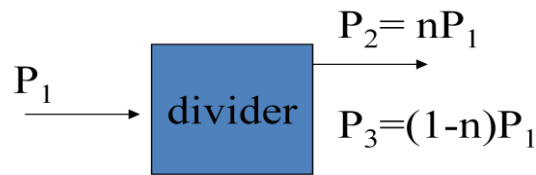
- (ii) Berikan SATU contoh jenis talian penghantar yang paling sesuai digunakan dengan teknik pemadan yang diberikan di Soalan 2(a).

*Give ONE example of the type of transmission line most suited to use the matching technique given in Question 2(a).*

(45 markah/marks)

3. (a) Sebuah pembahagi kuasa mudah 3 port seperti Gambarajah 3(a) disambungkan ke  $Z_o = 75 \Omega$  pada semua port. Port masukan adalah di port 1 dan port keluaran adalah di port 2 dan 3.

*A 3 port simple power divider as shown in Figure 3(a) is connected to  $Z_o = 75 \Omega$  at all ports. The input port is port 1 and the output ports are port 2 and 3. Reference to Figure 3(a).*



Gambarajah 3(a)

Figure 3(a)

- (i) Huraikan teori sebuah pembahagi kuasa mudah dengan menggunakan pemadan  $\lambda/4$  di port masukan dengan memberi penekanan terhadap pekali penghantaran dan pekali pantulan dari sudut pandangan kesemua port.

Spesifikasi reka bentuk adalah seperti berikut:  $f_0=1.5\text{GHz}$ ,  $\epsilon_r = 4.5$ ,  $h_{\text{dielektrik}}=1.6\text{mm}$ .

*Explain the design of a simple power divider with  $\lambda/4$  matching at the input port with attention given to reflection coefficient from all port.*

*The design specifications are as follows:  $f_0=1.5\text{GHz}$ ,  $\epsilon_r = 4.5$ ,  $h_{\text{dielectric}}=1.6\text{mm}$ . (equation for microstrip)*

(50 markah/marks)

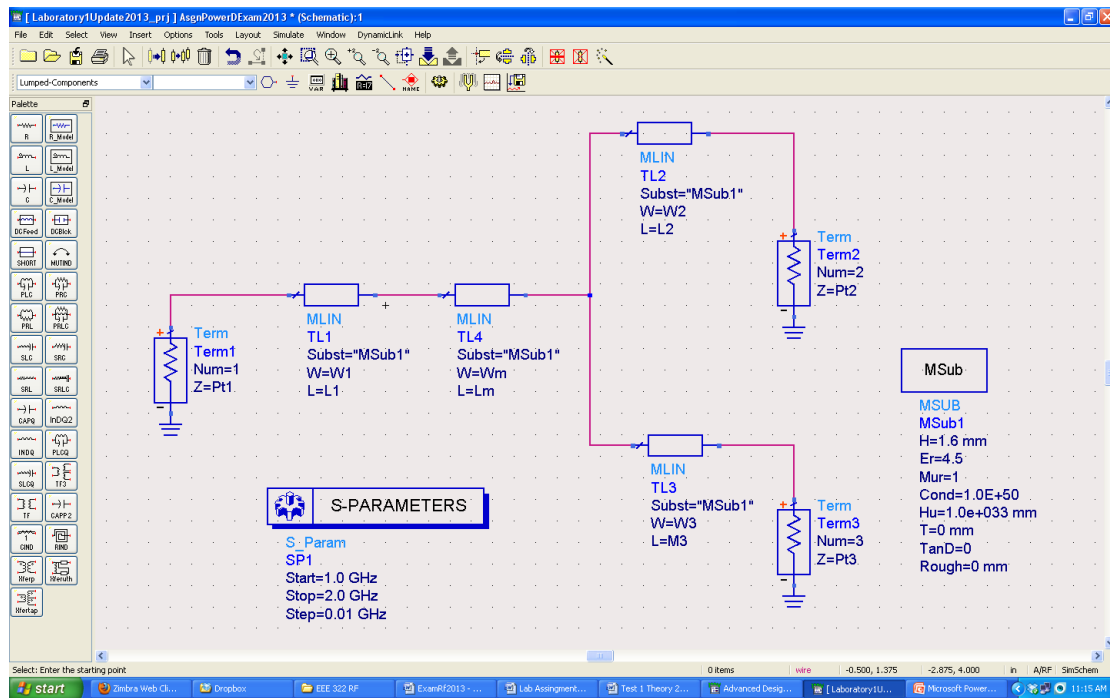
- (b) Berpandukan di Gambarajah 3(b), hitungkan ukuran pada pembahagi kuasa dan sediakan informasi di Jadual 3(b) untuk digunakankan pada simulasi HpADS:(andaikan panjang L selain  $L_m$  adalah  $0.5 \lambda$ )

*With reference to Figure 3(b), calculate the dimensions for the power divider and provide following dimensions/information in Table 3(b) to be used in HpADS simulation: (assuming the length L other than  $L_m$  is given as  $0.5 \lambda$ ):*

Jadual 3(b) : Rujuk Rajah 3(b) untuk pembolehubah

Table 3(b) : Refer to Figure 3(b) for variables

Pt1	Pt3
W1	W3
L1	L3
Wm	
Lm	
W2	
L2	
Pt2	



Rajah 3(b)  
Figure 3(b)

(50 markah/marks)

### Formula

$$V(z) = V^+ e^{-\gamma l} + V^- e^{+\gamma l}$$

$$I(z) = I^+ e^{-\gamma l} - I^- e^{+\gamma l}$$

$$Z(l) = Z_0 \frac{Z_L + jZ_0 \tan \beta l}{Z_0 + jZ_L \tan \beta l}$$

$$w/h = \frac{377}{\sqrt{\epsilon_r} Z_0} - 1.57$$

**BAHAGIAN B: Jawab DUA (2) soalan**  
**PART B: Answer TWO (2) question**

4. Transistor **BFP620F** mempunyai parameter S seperti di Lampiran 3. Parameter S tersebut diukur pada sistem  $50 \Omega$ . Transistor tersebut perlu di tamatkan dengan galangan sumber  $Z_S = 30 \Omega$  dan galangan beban  $Z_L = 40 \Omega$  pada 2.4 GHz. Hitung :

*A transistor **BFP620F** has the S parameters as in Appendix 3. The S parameter was measured on  $50 \Omega$  systems. The transistor need to be terminated with source impedance of  $Z_S = 30 \Omega$  and the load impedance is  $Z_L = 40 \Omega$  at 2.4 GHz. Calculate :*

- (i) Gandaan Kuasa

*Power Gain*

(5 markah/marks)

- (ii) Gandaan Terada

*Available Gain*

(5 markah/marks)

- (iii) Gandaan Kuasa Transduser

*Transducer power gain*

(5 markah/marks)

- (iv) kestabilan transistor

*transistor stability.*

(5 markah/marks)

- (v) Anggapkan  $\beta$  adalah 100 dan  $V_{cc}$  adalah 3 V, lakarkan litar lengkap untuk pincangan transistor. Labelkan dengan jelas nilai perintang yang berkaitan.

*Assume  $\beta$  is 100 and  $V_{cc}$  is 3 V, draw a complete circuit for the biasing of the transistor. Clearly label the value of the related resistors.*

(5 markah/marks)

5. Menggunakan parameter **BFP620F** pada 5 GHz, reka bentuk Penguat Hingar Rendah mempunyai rajah hingar 2.5 dB. Menggunakan teknik pepadanan satu puntung untuk masukan dan keluaran transistor pada substrat Duroid RO4003C ( $\epsilon_r = 3.38$ ) dengan ketebalan 0.813 mm. Lengkapkan jawapan anda dengan rajah skema mempunyai panjang dan lebar talian mikrostrip dalam milimeter.

*Using the parameters of **BFP620F** at 5 GHz, design the Low Noise Amplifier having the noise figure of 2.5 dB. Using single stub matching technique for the input and output of the transistor on Duroid substrate RO4003C ( $\epsilon_r = 3.38$ ) with the thickness of 0.813 mm. Complete your answer with the schematic diagram having the length and width of the microstrip line in millimeter.*

(25 markah/marks)

6. (a) Terangkan konsep stesen pengulang gelombang mikro jenis RF dengan contoh frekuensi masukan 6 GHz dan keluaran 7 GHz. Lakarkan rajah blok lengkap stesen pengulang ini.

*Explain the concept of RF type microwave repeater station with example of 6 GHz microwave frequency input and output of 7 GHz. Draw a complete block diagram of this repeater station.*

(10 markah/marks)

- (b) Terangkan secara ringkas topologi pengayun jenis suapbalik dan jelaskan apakah kriteria yang penting dalam reka bentuk pengayun ini.

*Briefly describe the feedback type oscillator topology and explain what are the important criterion in the design of this oscillator.*

(5 markah/marks)

- (c) Pengganding talian cawangan boleh digunakan dalam reka bentuk pencampur gelombang mikro. Reka bentuk penukarturun pencampur gelombang mikro 5 GHz dengan frekuensi pengayun tempatan disasarkan pada 4 GHz pada FR 4 mempunyai ketebalan 1.3 mm dan  $\epsilon_r = 4.7$ .

*Branch line coupler can be used in the design of microwave mixer. Design a 5 GHz down converter microwave mixer with the targeted local oscillator frequency of 4 GHz on FR 4 having the thickness of 1.3 mm and  $\epsilon_r = 4.7$ .*

(10 markah/marks)

ooooOoooo